




FR2521277

Patent number: FR2521277
Publication date: 1983-08-12
Inventor: VILLEVAL DENIS
Applicant: VALEO (FR)

Also published as:

 ES8401240 (A)
 DE3303500 (A1)
 IT1159353 (B)

Classification:
- **international:** *F01P11/02; F28F9/02; F01P11/00; F28F9/02; (IPC1-7):*
F28F9/22; F01P3/18; F28D3/02; F28D7/10; F28F9/00;
F28F9/02
- **european:** F01P11/02; F28F9/02E
Application number: FR19820002006 19820208
Priority number(s): FR19820002006 19820208

Report a data error here

Abstract of FR2521277

The invention relates to a heat exchanger, in particular to a radiator belonging to the coolant circuit of the engine of a motor vehicle, which contains in one of its water containers an oil cooler in the form of a tubular element. In accordance with the invention, the heat exchanger operates with a type "Z" through-flow system, and the tubular element is guided in a sealing fashion through a transverse wall of the water container containing it. The invention relates, in particular, to a radiator for the engine of a motor vehicle.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 02006

(54) Echangeur de chaleur, en particulier pour un circuit de refroidissement de moteur à combustion interne.

(51) Classification internationale (Int. CL⁸). F 28 F 9/22; F 01 P 3/18; F 28 D 3/02, 7/10;
F 28 F 9/00, 9/02.

(22) Date de dépôt..... 8 février 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 12-8-1983.

(71) Déposant : VALEO, société anonyme. — FR

(72) Invention de : Denis Villeval.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Netter,
40, rue Vignon, 75009 Paris.

Echangeur de chaleur, en particulier pour un circuit de refroidissement de moteur à combustion interne

L'invention concerne un échangeur de chaleur, en particulier un radiateur faisant partie du circuit de refroidissement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile.

- 5 Un tel échangeur comprend en général un faisceau de tubes et des boîtes à eau qui sont montées aux extrémités du faisceau de tubes et qui sont pourvues de tubulures d'entrée et de sortie du liquide de refroidissement.
- 10 Lorsque l'échangeur est du type à circulation en I, c'est-à-dire lorsque la tubulure d'entrée est présentée par une boîte à eau et la tubulure de sortie par l'autre boîte à eau, et que le liquide de refroidissement circule dans tous les tubes du faisceau dans le même sens, il est déjà connu de disposer, dans la boîte à eau présentant la tubulure de sortie, un
- 15 radiateur d'huile à configuration cylindrique tubulaire, muni de tubulures d'entrée et de sortie d'huile qui traversent à étanchéité des orifices de la paroi de la boîte à eau pour être reliées à des conduits de circulation d'huile. Le liquide
- 20 de refroidissement du moteur circulant dans la boîte à eau contenant le radiateur d'huile est amené à circuler également dans ce radiateur d'huile et refroidit l'huile, qui est en général l'huile d'une boîte de vitesses automatique.

Lorsque l'on a tenté d'appliquer cette technique à un échangeur à circulation en U ou en Z, dans lequel au moins une boîte à eau est partagée en deux compartiments par une cloison transversale, on a constaté, dans le cas de l'échangeur à circulation en U, que le liquide de refroidissement avait tendance à contourner le radiateur d'huile et n'y circulait pratiquement pas, ou bien, dans le cas de l'échangeur à circulation en Z, qu'il était nécessaire de réduire la taille du radiateur d'huile, afin de le loger dans le compartiment approprié de la boîte à eau, dans une mesure telle qu'il perdait pratiquement toute efficacité.

L'invention a pour objet un échangeur de chaleur, notamment du type à circulation en U ou en Z, propre à recevoir un radiateur d'huile dans une de ses boîtes à eau et qui ne présente pas les inconvénients ci-dessus mentionnés.

En corollaire, l'invention a également pour objet un échangeur de chaleur, du type à circulation en Z, dont la tubulure de sortie se trouve en un emplacement particulier de la boîte à eau correspondante.

L'invention propose donc un échangeur de chaleur, en particulier pour un circuit de refroidissement de moteur à combustion interne, comprenant un faisceau de tubes et au moins une boîte à eau montée à une extrémité du faisceau et présentant une cloison transversale la partageant en deux compartiments, caractérisé en ce que les deux compartiments de la boîte à eau sont reliés par un élément tubulaire logé dans la boîte à eau et traversant à étanchéité ladite cloison.

Ainsi, lorsque l'élément tubulaire est lui-même un échangeur de chaleur, en particulier un radiateur d'huile, il peut présenter la taille voulue correspondant à une efficacité ou un rendement donné, sa taille n'étant limitée que par la dimension générale de la boîte à eau et non par celle des

compartiments qui y sont formés.

Corollairement, lorsque l'échangeur de chaleur selon l'invention est à circulation en Z, on prévoit que sa boîte à eau munie de la tubulure de sortie présente une autre cloison transversale qui la partage en trois compartiments, et que l'élément tubulaire précité traverse à étanchéité les deux cloisons transversales de façon à relier entre eux les deux compartiments extrêmes formés dans la boîte à eau, la tubulure de sortie étant alors présentée par la partie médiane de la boîte à eau et débouchant dans le compartiment médian situé entre les deux cloisons transversales.

Dans cet échangeur de chaleur à circulation en Z selon l'invention, la tubulure de sortie n'est pas nécessairement située à une extrémité de la boîte à eau correspondante, ce qui, dans certains cas, facilite le montage de l'échangeur dans le compartiment moteur d'un véhicule automobile ainsi que son raccordement au circuit de refroidissement du moteur.

Dans la description qui suit, faite à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue schématique d'un échangeur de chaleur à circulation en I, selon la technique antérieure.

La figure 2 est une vue schématique d'un échangeur de chaleur selon une première forme de réalisation de l'invention.

La figure 3 est une vue schématique d'un échangeur de chaleur selon une autre forme de réalisation de l'invention.

La figure 4 est une vue en coupe transversale, selon la ligne IV-IV de la figure 5, illustrant le montage d'un radiateur d'huile dans une boîte à eau d'un échangeur selon l'invention.

4

La figure 5 est une vue en coupe longitudinale selon la ligne V-V de la figure 4.

La figure 6 est une vue en coupe transversale, selon la ligne VI-VI de la figure 7 et représente une variante de réalisation de la structure de la figure 4.

La figure 7 est une vue partielle en coupe longitudinale selon la ligne VII-VII de la figure 6.

10

On se réfère tout d'abord à la figure 1, représentant schématiquement un échangeur de chaleur selon la technique antérieure.

15 Cet échangeur de chaleur, qui forme le radiateur d'un circuit de refroidissement de moteur à combustion interne, comprend un faisceau 10 de tubes horizontaux aux extrémités duquel sont montées des boîtes à eau 11 et 12 à disposition générale verticale. L'une des boîtes à eau présente la tubulure 13 d'entrée de liquide de refroidissement dans l'échangeur tandis
20 que l'autre boîte à eau est munie de la tubulure 14 de sortie de l'échangeur. Le liquide de refroidissement circulant dans l'échangeur pénètre dans la boîte à eau 11 par la tubulure 13, circule dans cette boîte à eau et dans les tubes du faisceau 10 comme indiqué par les flèches 15, gagne l'autre boîte à eau 12 et sort par la tubulure 14.

Il est déjà connu, comme indiqué plus haut, de loger dans la boîte à eau 12 un échangeur de chaleur 16 de forme cylindrique tubulaire, formant radiateur d'huile, en particulier pour
30 l'huile d'une boîte de vitesses automatique, qui est traversé longitudinalement et balayé extérieurement par le liquide circulant dans la boîte à eau 12 pour gagner la tubulure de sortie 14. L'huile circule dans l'épaisseur de la paroi du radiateur 16 en arrivant par une tubulure 17 et en sortant
35 par une tubulure 18 qui sont montées à étanchéité dans des

orifices transversants de la paroi de la boîte à eau 12 et grâce auxquelles le radiateur d'huile 16 est supporté dans la boîte à eau.

- 5 On se réfère maintenant à la figure 2 représentant une première forme de réalisation de l'invention.

10 L'échangeur de chaleur représenté en figure 2, tel que le radiateur du circuit de refroidissement d'un moteur à combustion interne, comprend, comme le radiateur de la figure 1, un faisceau de tubes à disposition générale horizontale, aux extrémités duquel sont montées des boîtes à eau 21 et 22, à disposition générale verticale. La boîte à eau 21 présente, en partie supérieure, la tubulure 23 d'entrée de liquide dans
15 l'échangeur tandis que l'autre boîte à eau 22 présente, en partie inférieure, la tubulure de sortie 24.

La première boîte à eau 21 est partagée en deux compartiments 25 et 26 par une cloison transversale 27 située approximativement au tiers supérieur de la boîte à eau 21, le compartiment
20 26 ayant ainsi un volume à peu près deux fois plus important que le compartiment 25.

L'autre boîte à eau 22 est également partagée en deux compartiments 28 et 29 par une cloison transversale 30 située au tiers inférieur de la boîte à eau 22, le compartiment supérieur 28 ayant ainsi un volume approximativement double de celui du compartiment inférieur 29 dans lequel débouche la tubulure de sortie 24. On peut donc considérer que le faisceau
30 20 de l'échangeur est partagé en trois zones 31, 32, 33 de même importance, dans lesquelles le liquide circule dans des sens opposés, comme indiqué par les flèches.

Selon l'invention, un échangeur de chaleur 34 du type tubulaire, tel par exemple qu'un radiateur d'huile semblable au
35 radiateur 16 de la figure 1, est logé dans la boîte à eau 22

et traverse à étanchéité la cloison transversale 30 de cette boîte à eau. Ainsi, l'extrémité supérieure du radiateur 34 se trouve dans le compartiment supérieur 28 de la boîte à eau, tandis que son extrémité inférieure se trouve dans le compartiment inférieur 29, ces deux extrémités étant à distance de la cloison transversale 30.

Comme en figure 1, le radiateur tubulaire 34 présente des tubulures d'entrée d'huile 35 et de sortie d'huile 36, qui sont montées à étanchéité dans des orifices traversants de la paroi de la boîte à eau 22. Avantageusement, la cloison transversale 30 sert également au support du radiateur 34, comme cela sera décrit dans ce qui suit.

Le fonctionnement de cet échangeur est le suivant :

Le liquide de refroidissement du moteur pénètre par le compartiment 25 de la boîte à eau 21 de l'échangeur par la tubulure 23, circule dans la partie 31 du faisceau 20 dans le sens indiqué par la flèche, pénètre dans le compartiment 28 de l'autre boîte à eau 22, et circule dans ce compartiment 28 à l'extérieur et à l'intérieur du radiateur tubulaire 34. Le liquide s'écoulant à l'extérieur du radiateur tubulaire 34 passe à travers les tubes de la partie intermédiaire 32 du faisceau dans le sens indiqué par la flèche, pénètre dans le compartiment inférieur 26 de la boîte à eau 21 puis passe dans la partie inférieure 33 du faisceau dans le sens indiqué par la flèche et gagne le compartiment inférieur 29 de la boîte à eau 22, puis la tubulure de sortie 24. Le liquide qui circule à travers le radiateur tubulaire 34 gagne directement le compartiment inférieur 29 de la boîte à eau 22, puis la tubulure de sortie 24.

On comprend que le radiateur d'huile 34 utilisé dans le mode de réalisation de la figure 2 a sensiblement les mêmes dimensions que le radiateur d'huile 16 de la figure 1 et conserve

ainsi toute son efficacité. Le rendement de l'échangeur de chaleur constitué par le faisceau 20 et les boîtes à eau 21 et 22 de la figure 2 est diminué par la présence du radiateur d'huile 32 dans la boîte à eau 22, car une partie du liquide de refroidissement du compartiment 28 de la boîte à eau 22 gagne directement le compartiment inférieur 29 et la tubulure de sortie 24 en passant dans le radiateur d'huile 34, au lieu de passer dans les parties 32 et 33 du faisceau 20. C'est pourquoi on préférera la réalisation de la figure 3.

10

On se réfère maintenant à cette figure qui représente une forme préférée de réalisation de l'invention.

15

L'échangeur de chaleur représenté en figure 3 est, comme celui de la figure 2, du type à circulation en Z, et comprend un faisceau 40 de tubes horizontaux, aux extrémités duquel sont montées des boîtes à eau 41 et 42 à disposition générale verticale. La boîte à eau 41, qui présente en partie supérieure la tubulure 43 d'entrée de liquide dans l'échangeur, est partagée en deux compartiments 45 et 46 par une cloison transversale 47 et est sensiblement identique à la boîte à eau 21 de la figure 2. L'autre boîte à eau 42 est partagée en trois compartiments consécutifs 48, 49 et 50 par deux cloisons transversales parallèles 51 et 52. La tubulure 53 de sortie de l'échangeur est présentée par la boîte à eau 42 et débouche dans le compartiment intermédiaire 49 de celle-ci, entre les cloisons 51 et 52.

25

La cloison transversale supérieure 51 de la boîte à eau 42 est située à un niveau légèrement inférieur à celui de la cloison transversale 47 de l'autre boîte à eau 41, de sorte qu'il se forme quatre zones 55, 56, 57 et 58, délimitées par des traits pointillés, dans le faisceau de l'échangeur, dans lesquelles le liquide circule dans des sens différents, comme indiqué par les flèches.

30

35

La boîte à eau 42 contient également un échangeur de chaleur tubulaire 60, tel qu'un radiateur d'huile semblable ou identique aux radiateurs 16 et 34 des figures 1 et 2, et qui traverse à étanchéité les cloisons transversales 51 et 52, son extrémité supérieure étant logée dans le compartiment supérieur 48 de la boîte à eau 42 et son extrémité inférieure dans le compartiment inférieur 50, toutes les deux à distance des cloisons 51 et 52 respectivement. Les tubulures 61 et 62 d'entrée et de sortie d'huile dans le radiateur 60 traversent à étanchéité des orifices de la paroi de la boîte à eau 42. Avantageusement, les parois transversales 51 et 52 contribuent au support et au maintien du radiateur tubulaire 60.

L'échangeur de chaleur représenté en figure 3 fonctionne de la façon suivante :

Le liquide de refroidissement pénètre dans le compartiment supérieur 45 de la boîte à eau 41 par la tubulure d'entrée 43, circule dans la zone supérieure 55 du faisceau 40 dans le sens indiqué par la flèche, et pénètre dans le compartiment supérieur 48 de l'autre boîte à eau 42. Une partie du débit de liquide arrivant dans ce compartiment 48 circule à l'intérieur de l'échangeur tubulaire 60 et gagne le compartiment inférieur 50 de la boîte à eau 42, puis circule dans la zone inférieure 58 du faisceau 40 de l'échangeur dans le sens indiqué par la flèche pour gagner le compartiment inférieur 46 de la boîte à eau 41. Le reste du débit de liquide arrivant dans le compartiment supérieur 48 de la boîte à eau 42 passe dans les tubes de la zone 56 du faisceau 40, dans le sens indiqué par la flèche, et gagne le compartiment inférieur 46 de l'autre boîte à eau 41. Le liquide arrivant dans ce compartiment inférieur 46 circule dans la zone 57 du faisceau 40, dans le sens indiqué par la flèche, gagne le compartiment intermédiaire 49 de la boîte à eau 42 et sort de l'échangeur par la tubulure 53.

Les compartiments 48, 49 et 50 de la boîte à eau 42 n'ont pas

exactement la même taille ou le même volume. Le volume du compartiment supérieur 48 est supérieur à celui des deux autres compartiments et le volume du compartiment intermédiaire 49 est de préférence supérieur à celui du compartiment inférieur 50. Grâce à la différence de niveau entre la cloison transversale supérieure 51 de la boîte à eau 42 et la cloison transversale 47 de la boîte à eau 41, il n'est pas nécessaire que tout le liquide pénétrant dans le compartiment supérieur 48 passe à l'intérieur du radiateur tubulaire 60 pour gagner le compartiment inférieur 50, une partie de ce liquide pouvant traverser le faisceau en sens inverse, par la zone 56, pour gagner le compartiment 46 de l'autre boîte à eau, ce qui permet de réduire les pertes de charge. Le débit de liquide de refroidissement imposé à l'intérieur du radiateur tubulaire 60 est nettement plus élevé que dans la réalisation de la figure 2 et permet d'accroître la capacité d'échange.

En outre, dans la forme de réalisation représentée en figure 3, tout le liquide arrivant dans l'échangeur par la tubulure d'entrée 43 traverse trois fois le faisceau de l'échangeur. La disposition du radiateur tubulaire 60 dans la boîte à eau 42 ne réduit donc sensiblement pas le rendement de cet échangeur.

On se réfère maintenant aux figures 4 et 5 qui représentent un exemple de fixation et de support du radiateur d'huile dans une boîte à eau, par exemple 22 ou 42, d'un échangeur de chaleur selon l'invention. Le radiateur d'huile des figures 4 et 5 comprend deux tubes cylindriques coaxiaux 70 et 71, par exemple en laiton ou en aluminium, limitant entre eux un espace interne annulaire 72 de passage de l'huile fermé à ses extrémités par soudure, brasure ou analogue des extrémités du tube interne 71 sur les extrémités du tube externe 70. Dans l'espace annulaire 72, sont disposées une ou plusieurs feuilles minces 73, par exemple d'aluminium ou de laiton, qui sont déformées et percées, de façon à former des chicanes ou

des ondulations entre les deux tubes, jusqu'au voisinage des extrémités de ces derniers. Au voisinage de chacune de ses extrémités, le tube extérieur 70 présente un petit collet cylindrique orienté vers l'extérieur, facilitant le montage

5 étanche d'un embout cylindrique 74 traversant un orifice de la paroi 75 de la boîte à eau dans laquelle est logé le radiateur d'huile. Chaque embout 74 présente une bride ou épaulement annulaire 76 recevant un joint annulaire d'étanchéité 77 propre à être appliqué à étanchéité sur une partie plane cor-

10 respondante 78 de la paroi 75 de la boîte à eau.

Chaque cloison transversale, par exemple 30, 51 ou 52, qui est traversée à étanchéité par le radiateur d'huile, est formée d'une nervure transversale 80 dépendant de la face interne

15 de la paroi de la boîte à eau et s'étend le long de la partie semi-cylindrique 81 et des flancs plats parallèles 82 de celle-ci. Sur cette nervure est monté un joint d'étanchéité 83, qui est traversé à étanchéité par le tube extérieur 70 du radiateur d'huile et dont la périphérie présente, sur une

20 partie, une gorge 84 dans laquelle s'encastre la nervure 80 et, sur son autre partie, des lèvres 85 propres à être appliquées à étanchéité sur le collecteur ou plaque à trous 86 par lequel la boîte à eau est montée à une extrémité du faisceau, ou, comme représenté au dessin, sur une garniture d'élasto-

25 mère ou analogue 87 garnissant la face du collecteur 86 tournée vers l'intérieur de la boîte à eau.

Dans la forme de réalisation des figures 4 et 5, l'embout 74 formant l'une des tubulures d'entrée et de sortie d'huile

30 dans le radiateur d'huile est orienté perpendiculairement au plan du collecteur 86.

Le mode de réalisation représenté dans les figures 6 et 7 diffère de celui des figures 4 et 5 essentiellement en ce que

35 cet embout 74 est orienté parallèlement au plan du collecteur 86. Dans ce cas, la nervure transversale 90 qui est présentée

par la face interne de la paroi de la boîte à eau s'étend le long d'un seul des flancs plats 91 de la boîte à eau, du côté où sort l'embout 74, et sur un peu plus de la moitié de la partie semi-cylindrique 92 de la paroi de la boîte à eau.

5

Comme dans le mode de réalisation précédent, cette nervure 90 coopère avec un joint d'étanchéité 93, traversé à étanchéité par le tube extérieur 70 du radiateur d'huile, et dont la périphérie présente, sur une partie, une gorge dans laquelle

10

s'encastre la nervure 90 et, sur son autre partie, des lèvres 94 qui s'appuient à étanchéité, d'une part, sur la garniture 87 recouvrant le collecteur 86 et, d'autre part, sur la partie de la paroi de la boîte à eau dépourvue de nervure interne 90.

Revendications.

1. Echangeur de chaleur, en particulier pour un circuit de refroidissement de moteur à combustion interne, comprenant
5 un faisceau de tubes et au moins une boîte à eau montée à une extrémité du faisceau et présentant une cloison transversale la partageant en deux compartiments, caractérisé en ce que les deux compartiments (28, 29, 48, 50) de la boîte à eau (22, 42) sont reliés par un élément tubulaire (34, 60)
10 logé dans la boîte à eau et traversant à étanchéité ladite cloison (30, 51, 52).
2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les extrémités de l'élément tubulaire (34, 60) sont à distance de ladite cloison transversale (30, 51, 52).
15
3. Echangeur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la boîte à eau (42) contenant l'élément tubulaire (60) est partagé en trois compartiments consécutifs (48, 49, 50)
20 par deux cloisons transversales (51, 52) et en ce que l'élément tubulaire (60) traverse à étanchéité ces deux cloisons, de façon à relier l'un à l'autre les deux compartiments d'extrémités (48, 50).
- 25 4. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est à circulation en Z et en ce que la boîte à eau (22, 42) contenant l'élément tubulaire (34, 60) comporte une tubulure.
- 30 5. Echangeur selon la revendication 4, caractérisé en ce que cette tubulure de la boîte à eau (22, 42) est la tubulure (24, 53) de sortie de l'échangeur.
6. Echangeur selon l'ensemble des revendications 1, 4 et 5,
35 caractérisé en ce que la tubulure de sortie (24) est prévue à une extrémité de la boîte à eau (22).
7. Echangeur selon l'ensemble des revendications 3, 4 et 5,

caractérisé en ce que la tubulure de sortie (53) présentée par la boîte à eau (42) débouche dans le compartiment médian (49) de cette boîte à eau, entre les cloisons transversales (51 et 52).

5

8. Echangeur selon la revendication 3 ou 7, caractérisé en ce qu'il comprend une autre boîte à eau (41) montée à l'autre extrémité du faisceau de tubes (40) et partagée en deux compartiments (45, 46) par une cloison transversale (47) qui
10 détermine, avec les cloisons transversales (51, 52) de la boîte à eau (42), quatre zones ou parties (55, 56, 57 et 58) du faisceau de tubes (40) dans lesquelles le liquide circule dans des sens différents.

15 9. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit élément tubulaire (34, 60) est un échangeur de chaleur, formant en particulier radiateur d'huile, comprenant un tube intérieur (71) et un tube extérieur (70) limitant entre eux un espace annulaire cylindrique (72) pourvu de tubulures (35, 36, 61, 62, 74) d'entrée
20 et de sortie d'huile à ses extrémités, le tube intérieur (71) permettant le passage du liquide de refroidissement circulant dans la boîte à eau (22, 42).

25 10. Echangeur selon la revendication 9, caractérisé en ce que les tubulures d'entrée et de sortie (35, 36, 61, 62, 74) de l'élément tubulaire ou radiateur d'huile sont montées à étanchéité dans des orifices traversants de la paroi (75) de la boîte à eau, pour être reliées à des conduits extérieurs.

30

11. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou chaque cloison transversale (30, 51, 52) est formée d'une nervure transversale (80, 90) de la face interne de la boîte à eau et d'un joint d'étanchéité (83,
35 93), traversé à étanchéité par l'élément tubulaire et supporté par ladite nervure (80, 90).

12. Echangeur selon la revendication 11, caractérisé en ce que

la périphérie dudit joint annulaire (83, 93) présente, sur une partie, une gorge (84) dans laquelle s'encastre ladite nervure (80, 90) de la boîte à eau et, sur la partie restante, une structure à lèvres (85, 94) propre à s'appliquer à étanchéité au moins sur le collecteur ou plaque à trous (86) associé à la boîte à eau.

13. Echangeur selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que ladite nervure (80) s'étend transversalement sur toute la face interne de la boîte à eau.

14. Echangeur selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que ladite nervure (90) s'étend transversalement sur une partie seulement de la face interne de la boîte à eau.

FIG. 1

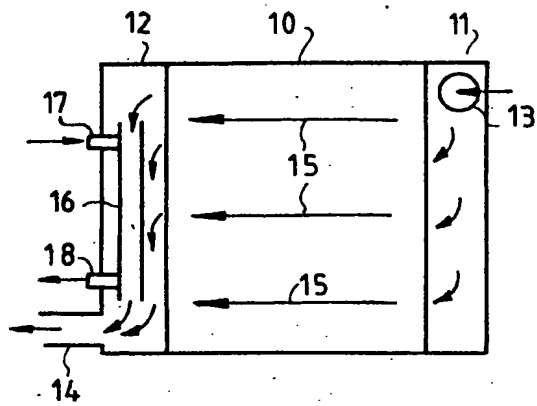


FIG. 2

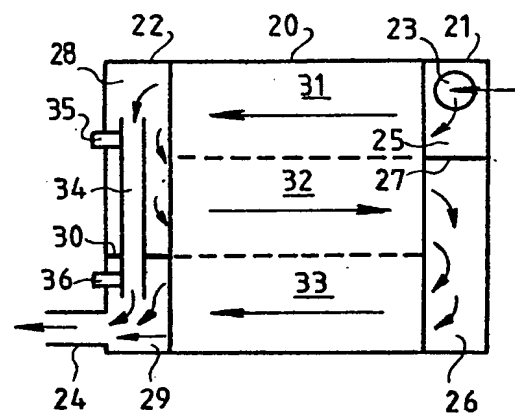
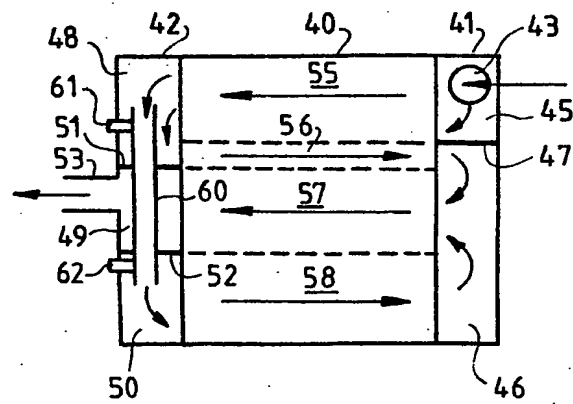


FIG. 3



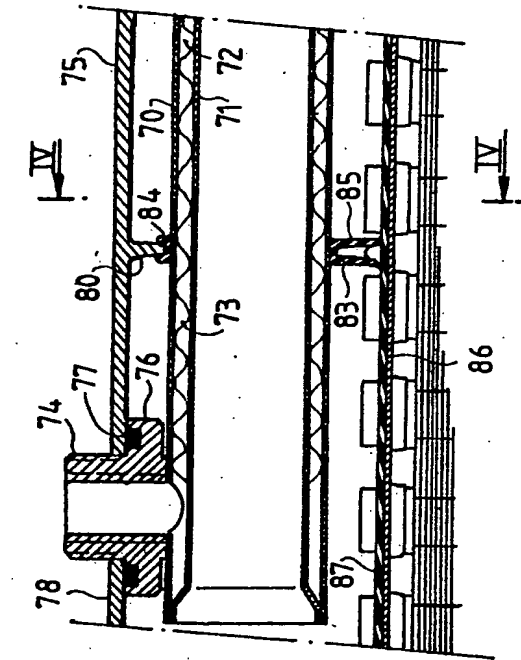


FIG. 5

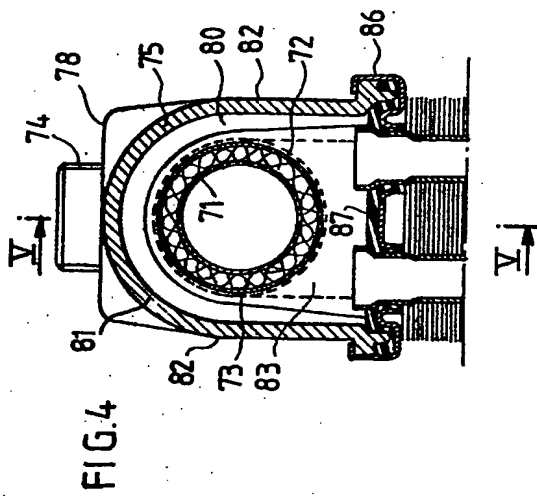


FIG. 4

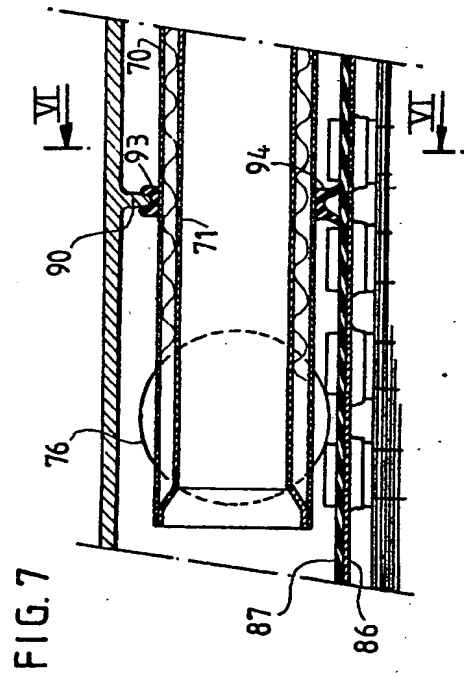


FIG. 7

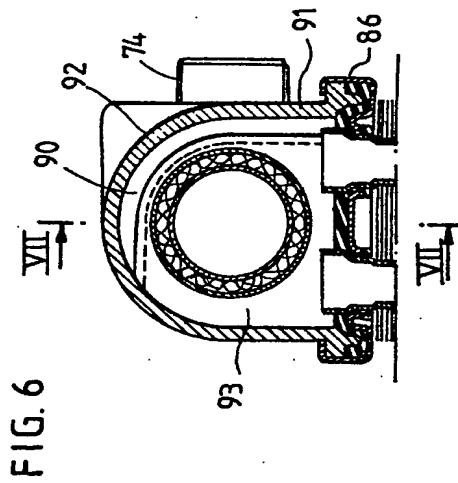


FIG. 6